

深化制造业数字化变革，探索建设工业区块链

宁波市智能制造产业研究院 徐强

虽然首个工业区块链国际协议 DIPNET 分布式生产网络已建立，但是成熟的工业区块链应用在世界范围内均未成型。宁波市智能制造产业研究院在一年前便着手布局，现在工业区块链 1.0 版本已初步成型，正处于数据接入的阶段，力争成为国内首个工业区块链成功应用实例。本文通过介绍工业区块链技术的应用意义和搭建方案，为制造企业实现三个变革提供参考。

一、发展背景

浙江省委经济工作会议一直把数字经济作为“一号工程”来抓，深化数字浙江建设，这为浙江打造“数据化”驱动信息经济的升级版、全面建设数字经济强省指明了方向。区块链技术作为共享经济数字化的重要依托，是数字化变革渗透进各行各业的关键引擎。

《浙江省推进智能制造工作要点》指出，要积极培育智能制造创新载体。工业互联网为发展智能制造的知识集成和价值服务提供了实现载体，但是贯穿制造全过程、全价值链

和全产业链的数字化平台如何建设？其价值流动网络又如何成型？本文探索建设工业区块链，为制造业实现三个变革提供新思路。

二、作用意义

工业区块链通过构建一个分布式智能生产网络较全面地解决了工业互联网、工业物联网和智能制造当中存在的问题，从多个领域促进制造业的转型升级，其具体解决的问题包括以下方面。

1. 解决工业互联网的安全和效率问题

工业区块链可以解决数据安全的问题。传统的工业 SaaS 平台用防火墙来预防安全，黑客只要突破防火墙，便可以任意操控后端集中存储的数据库。而工业区块链通过共识算法、加密签名、分布式存储等方法组成协议层层核心，将生产中的跨组织数据互信全部通过区块链来完成，所有订单信息、操作信息和历史事务等全部记录在联盟链上，分布式账本的防篡改将极大增加了黑客的难度。还可以通过为每个物理

世界的工业资产生成虚拟世界的“数字化双胞胎”并进行确权 and 流转,在保证资产数据安全的基础上,提高数字化资产的操作性,为定制工业 APP 提供保障。

工业区块链可以解决效率问题。传统的工业互联网以中心化的云服务、大规模的服务器集群和网络设备来支撑。当生产单元中联网的人和设备以数十亿级别的速度增长时,它们之间要处理的通信量和成本消耗都是极其惊人的。在分布式智能生产网络中,终端用户和终端生产者均以平等节点的身份接入,数据可以在任意节点间点对点传输,信息实时交互,实现研发、设计、生产、制造、销售等环节数据打通。交易流程由针对性的智能合约范式自动执行,终端用户的一个订单确认,会触发整个产业链的迅速响应,可实现数据流动自动化,助推制造业的转型升级。

2. 解决工业物联网通信模式的问题

工业区块链可以解决通信模式中心化的问题。在传统的组网模式下,所有设备之间的通信必须通过中心化的代理通信模式实现,设备之间的连接必须通过网络,极大提高了组网成本,同时可扩展性、可维护性和稳定性差。同时,不同的生产单元间存在多样化的所有权,各自支持的云服务架构多元化使它们之间的通信非常困难。区块链技术利用 P2P 组网技术和混合通信协议,处理异构设备间的通信,将显著降低中心化数据中心的建设和维护成本,同时可以将计算和存储需求分散到组成物联网网络的各个设备中,有效阻止网络中的任何单一节点的失败,而导致整个网络崩溃的情况发生。利用区块链技术组建和管理工业物联网,通过 PRC 接口调用还可以及时、动态掌握网络中各种生产制造设备的状态,提高设备的利用率和维护效率,同时能提供精准、高效的供应链金融服务。

3. 解决智能制造企业纵向信息系统集成问题

工业区块链可以解决全生命周期的制造信息集成问题。制造产品在设计、生产、物流和服务各个环节均存在关键数据,而原本中心化的制造和信息系统涉及多个厂家,采用人工或中央电脑控制的方式获得关键数据的难度较大,其真实性和一致性待考证。区块链技术能够将制造企业中的传感器、控制模块和系统、通信网络、ERP 系统等系统连接起来,并通过统一的账本基础设施,方便企业能够长期、持续地监督生产制造的各个环节,从而实现全过程的综合数据追溯,实现产品和产线的综合管理,重塑制造价值链。同时,借助大

数据分析,评估其实际价值,并对后期制造进行预期分析。此外,区块链账本记录的可追溯性和不可篡改性也有利于企业审计工作的开展。数据的透明化极大提高生产制造过程的智能化管理水平。

工业区块链可以解决全供应链的信息管理和结算问题。除了制造企业内部的生产工艺、设计参数、物流管理等数据的追溯管理,还有外部供应链端的纵向追踪管理,以实现渠道的高效和低成本产品追溯。由于产品全生命周期的各环节数据均通过记录在链,而当服务终端需要追查原因时,可以迅速锁定到具体的供应环节,极大保证了产品流通端的质量管理保障。同时,工业生产当中有经常存在债务问题,只要有一方不付钱后面都收不到。供应链清结算未来由智能合约范式来管理,给这些工业制造企业提供结合数字化工厂技术的一整套智能合约范式,这些合约范式可以由不同的系统集成商开发的,信息化水平比较低的工业企业和供应商可以接入这个系统。

4. 解决智能制造企业横向的价值链协同管理问题

工业区块链可以解决全产业链平行端的横向价值协同问题。制造企业之间的数据相对独立,所有的订单需求、产能情况、库存水平变化以及突发故障等信息,都存储在各自独立的系统中,而这些系统的技术架构、通讯协议、数据存储格式等各不相同,严重影响了服务型制造互联互通的效率,导致区域制造业整体生产能力的下降。工业区块链将整合产业链之间的综合制造资源,将每个制造企业的制造类型、排产情况和生产能力记录在链,实现综合调度,提升区域整体制造水平。智能区块链将主动提供订单调度管理,实现宏观层面的价值调控,有助于提高价值链的透明度、灵活性,并能够更敏捷地应对生产、物流、仓储、营销、销售、售后等环节存在的问题。

工业区块链可以解决全产业链上下游的多方合作信任问题。随着“新制造”理念的提出,C2M 模式尤其是多品种、小批量和短生命周期的个性化定制要求继续提高。当外部市场加速变化时,企业后端整个生产链条也要相应变化,随之传统产业链的重新协作成本也将变高,多个工厂或多个企业之间要重新构建协作链条时,互信成本较高,这时通过区块链智能合约可以解决一部分信任问题。企业层层都以智能合约相连,一旦内部发生变化,企业之间只需变化合约即可快速合作,大大降低摩擦成本。企业之间协作的历史数据都将

记录在链，形成信用体系，也就产生了多方协同生产。

5. 全业态、全产业和全过程的智能价值流动网络

上述四点是区块链技术主要在生产管理层面的应用，下面从价值层面来理解区块链变革制造业的融合运用，也是我们发展工业区块链的初衷。由于区块链的本质是分布式数据库，我们考虑不仅将制造全过程的所有涉及数据的内容记录在链，并且在每个节点嵌入人工智能技术，将每个环节的数据价值发挥到最大，充分运用数据的自主智能为我们提供价值和创造价值。

人工智能技术与区块链的结合将是乘数效应。首先人工智能助推区块链技术的完善应用，解决自主挖矿、大数据价值挖掘等问题。其次，节点设备的智能化，将构建状态感知—实时分析—自主决策—精准执行—学习提升的认知计算和机器智能，为生产提供即时优化。最后，人工智能技术解决区块链技术在行业生态互联中的效率和主动问题，为全社会生产层面的价值流动提供重要保障，实现产业转型升级、数据驱动业务、价值创新创造的产业互联生态链。

深层次地，我们将以智能区块链建设智能价值网。一方面，我们借用 AI 矩阵用区块链把 AI 管理起来，方便生产制造单元的智能调用和个性化应用，提供云上的 AIaaS 服务，建立和共享各自的 AI 能力，实现应用层的连接，这样就把服务型制造升级为服务型智能制造。另一方面，把区块链本身智能化，即建立智能区块链实现全网的价值共享和价值跨界流动。区块链作为智能体，主动去智能连接各类智能终端，去感知各类终端的价值需求，主动提供个性化智能服务，从而形成价值共享网络。这种智能化的价值服务，能极大提高 AI 的服务效率，精准地把握终端价值需求，降低价值流通门槛。它将企业的物流、信息流、能量流整合到泛网智能大脑并提供解决方案，从而将简单的物联网变成分布式的智能价值共享网络。

三、平台搭建

工业区块链是一个基于区块链技术的分布式智能生产网络。其整个设计思路，就是从工业制造自动化、到数据流动自动化，最终完成经济运行自动化的过程。

1. 第一阶段：工业以太坊建设

以太坊是在区块链上实现智能合约的开源底层环境，是系统一种有价凭证，它提供开发者建立和发布下一代分布式

应用的开发平台和编程语言。以太坊可以用来编程、担保和交易，主要包括公司管理、合同协议、知识产权，还有得益于硬件集成的智能资产。

工业以太坊要求在以太坊的基础上进行性能的优化提升，让新的底层链面向生产网络而设计，从而更能符合现实社会生产的需要。

2. 第二阶段：智能合约范式

智能合约就是一个自动执行的合同，跟现实合同相比，省了签字盖章、中间担保和违约处理等环节和成本。但是以太坊对于开发者的要求是比较高的，你必须精通计算机语言才能够构建和使用智能合约。

工业区块链系统可以根据每个不同细分产业的特点和需求，推出一系列的“智能合约模板”，传统企业可以选择符合自己需求的合约模板直接接入协作体当中，成为一个生产单元，而不需要自己进行大量的技术开发。智能合约范式的建立，既可以由区块链官方进行，也可以由第三方开发者设计。生产单位或者生产服务机构可以通过建立自己的智能合约范式，来自动执行合约。传统企业一般通过金融机构、咨询机构、和认证机构等服务于社会生产的第三方机构，在区块链上构建自己的智能合约范式。比如银行内部做一个智能合约范式，定义一种业务来支撑一个生产链条，这里面的通证只是银行的一个记账单位，而法币的清算可以都由银行提供背书和担保，在链外线下进行。

3. 第三阶段：通证经济系统

通证是一种系统的权益，我们可以把任何有价值的权益“通证化”。区块链 3.0 时代的通证化，任何原生数字、流转数据和实物资产权益均实现从共享收益权到共享使用权，这不仅透明可信，而且快速流转，形成市场价格。在各类智能合约范式构建下提升了底层的性能，然后让这些连入工业区块链网络的生产单元和服务机构形成一个完整的通证经济系统。

工业区块链系统有自己的原生通证（DIP），智能合约范式的审核、开发和调用，都需要用到 DIP。而每个构建智能合约范式的开发者，以及接入合约范式生产单元和生产服务机构，都可以基于工业区块链底层的标准开发自己通证，并通过区块链系统外部接入的交易网络实现快速流转，为自己的资产增加流动性和融资渠道。

这样，整个基于工业区块链的通证经济系统基本形成了。

这个系统能够支撑实体经济的运行，提升实体经济的效率，并且帮助实体经济的参与者和合约范式的开发者迅速获得生产和发展所需的资金。

4. 第四阶段：分布式智能生产网络

传统的社会化生产内容是串行的，即由生产企业的市场人员做需求调研，研发人员设计产品，工艺人员设计产品生产流程，工程人员建立生产线，由工厂进行生产，再通过层层渠道进行销售。其弊端在上述问题解决里已提到，这样的生产方式限制了生产单元只适合进行规模化生产。

而在工业区块链中，每个生产环节通过调用 PRC 接口把数据接入 P2P 技术构建的通讯网络，每个生产单元通过智能合约范式将自己的产品连入不同的产业链中，从而形成分布式生产网络。当产品通过各种智能合约范式与自己的产业链上下游相连时，自己的产品和整个产业链同时构建虚拟的“数字双胞胎”，这些“数字双胞胎”通过智能合约范式，接入影视、娱乐、电商、商超等消费流量端，这些流量端以特定的场景，创造出多品种小批量的碎片化需求，消费者根据自己的需求直接在流量端选择自己需要的商品。通过付费使得商品所在的整个生产链条的智能合约被触发。相关的所有生产单元临时组成一个快速响应的生产系统，链上执行的智能合约连接到各生产单元自身内部的数字化工厂生产系统里，快速执行生产指令，完成生产过程。生产完成的商品，通过接入物流行业智能合约范式的智能物流企业，直接送到消费者手中，完成从生产到物流的全定制化。

此时，各类生产服务机构，银行、担保机构、检测机构等等，通过各自的智能合约范式与生产单元相连，为其提供相应的清算、担保、检测等服务。每一个生产网络的参与者，既可以使用工业区块链的原生通证，也可以随时根据自己的情况发行自己的通证，以快速获得流动性资金，高效完成生产行为。整个生产组织过程，不是通过中心化的“巨型工业云”，而是完全分布式、智能化、自组织的进行生产，快速响应多品种小批量的生产需求。

通过这种方式，工业区块链技术将从根本上变革人类的社会生产方式，重塑整个工业社会的价值基础。

5. 第五阶段：经济运行自动化

整个社会生产都自动运行在分布式的智能生产网络上，我们可以清楚的在区块链上看到每一个产业的运行状况，分析每一个产业的宏观数据，整个经济运行都将透明化、自动

化、智能化。

社会生产不会再出现周期性的“大小年”现象，一副清晰真实的产业地图展开于区块链上，人们可以清晰的看到哪个产业过剩，哪个产业紧缺，进而调整自己的生产投资和节奏。政府的管理者也可以根据实时的经济运行数据，加以辅助性的轻微调控，帮助社会生产有序进行。这不仅是理想的制造业发展模式，更是全社会产业在上帝视角下的统筹管理方式。

四、总结

两化融合实施意见指出，由于工业互联网的应用，规模以上工业企业劳动生产率将提高 16%，新产品研发周期将缩短 15%，库存周转率将提高 25%，能源利用率将提高 5%。而区块链技术将实现工业领域全方位、全过程和深层次的变革，重构全生命周期的价值流通网络，云链结合将深度融合生产数字化和价值智能化，为智能制造实现跨越式发展提供关键路径。甘中学博士在第五届全国机器人峰会上指出，人工智能将解决生产力的问题，区块链将解决生产关系的问题，我们期待区块链在实体经济领域爆发出巨大的能量。